

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-285923

[ST.10/C]:

[JP2002-285923]

出 願 人

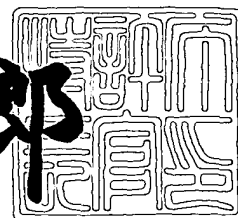
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 6月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048588

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-02744Z

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 29/02
F02N 11/08

【発明の名称】 内燃機関の始動制御装置

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 日下 康

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 片岡 顕二

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089244

【弁理士】

【氏名又は名称】 遠山 勉

【連絡先】 03-3669-6571

【選任した代理人】

【識別番号】 100090516

【弁理士】

【氏名又は名称】 松倉 秀実

【選任した代理人】

【識別番号】 100098268

【弁理士】

【氏名又は名称】 永田 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100100549

【弁理士】

【氏名又は名称】 川口 嘉之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012092

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の始動制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の機関出力軸を回転駆動する電動機と、

前記内燃機関の始動時に前記機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転させるべく前記電動機を制御するクランキング制御手段と、

前記電動機が逆回転するときに膨張行程となる気筒において燃料を燃焼させる第 1 の燃焼制御手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

【請求項 2】 前記電動機が逆回転しているときに吸気行程にある気筒の吸気弁及び排気弁を閉弁させるとともに、該気筒において燃料を燃焼させる第 2 の燃焼制御手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車などに搭載される内燃機関に関し、特に内燃機関の始動を制御する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、内燃機関の始動時にクランクシャフトを回転駆動（クランキング）させる手段としては電動機が一般的である。このような電動機は気筒内のガス圧縮力や内燃機関各部のフリクションに抗してクランクシャフトを回転駆動させる必要があるため、電動機の定格及び消費電力が大きくなり易い。

【0003】

特に、車両の停止期間中に内燃機関の運転を自動的に停止させるシステム（所謂、アイドルストップシステム）では、運転者の発進要求に対して即座に内燃機関を始動させる必要があるため、電動機に係る負荷が増大し、以て電動機の定格及び消費電力が一層大きくなることが懸念される。

【0004】

これに対し、クランキング開始前にクランクシャフトを一旦逆回転させるべく電動機を作動させ、その際に発生するガス圧縮力をクランキングに利用することにより、電動機に係る負荷を低減させようとする技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照。）。

【0005】

【特許文献1】

特開平6-64451号公報

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前述した従来の技術では、内燃機関の気筒内に残存するガス量が少ない場合や気筒内の温度が低い場合等にガス圧縮力が高まり難くなるため、電動機の負荷を十分に低減することができなくなる虞がある。

【0006】

本発明は、上記したような問題に鑑みてなされたものであり、内燃機関の始動時における電動機の負荷を効果的に低減可能な技術を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記した課題を解決するために以下のような手段を採用した。すなわち、本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、

内燃機関の機関出力軸を回転駆動する電動機と、

前記内燃機関の始動時に前記機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転させるべく前記電動機を制御するクランキング制御手段と、

前記電動機が逆回転するときに膨張行程となる気筒において燃料を燃焼させる第1の燃焼制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の始動制御装置。

【0008】

本発明は、内燃機関の始動時に機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転によるクランキングを開始する内燃機関の始動制御装置において、機関出力軸が

逆回転するときに膨張行程となる気筒で燃料を燃焼させることにより、その際に発生する燃焼圧力をクランキングに利用することを最大の特徴としている。

【 0 0 0 9 】

かかる内燃機関の始動制御装置では、内燃機関の始動時に、クランキング制御手段が機関出力軸を逆回転させた後に正回転させるよう電動機を制御する。

【 0 0 1 0 】

機関出力軸が逆回転させられたときに膨張行程となる気筒では、筒内のガスが圧縮されるため、機関出力軸の逆回転に抗するガス圧縮力が発生することになる。更に、前記した気筒内は、ガスの圧縮によって温度が上昇するため、燃料を燃焼可能な雰囲気となる。そこで、第 1 の燃焼制御手段は、前記した気筒において燃料を燃焼させる。

【 0 0 1 1 】

この場合、ガス圧縮力に加え、燃料の燃焼によって発生した圧力（燃焼圧力）が前記機関出力軸を正回転させるよう作用することになる。

【 0 0 1 2 】

従って、機関出力軸が逆回転から正回転へ移行した際には、上記したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用することとなり、電動機が機関出力軸を正回転させる際に必要となるトルクが低減される。

【 0 0 1 3 】

ここで、本発明に係る内燃機関が圧縮着火式の内燃機関である場合には、燃焼制御手段は、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒について、機関出力軸が逆回転から正回転へ移行する時期に燃料噴射弁を作動させることにより、該気筒において燃料を燃焼させるようにしてもよい。

【 0 0 1 4 】

その際、クランキング制御手段は、前記気筒が膨張行程上死点近傍となるまで電動機を逆回転させ、前記気筒が膨張行程上死点を越える前に電動機を正回転させるようにすることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る内燃機関が火花点火式の内燃機関である場合には、燃焼制

御手段は、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒について、機関出力軸が逆回転しているときに燃料噴射弁を作動させ、次いで機関出力軸が逆回転から正回転へ移行する時期に点火栓を作動させることにより、該気筒において燃料を燃焼させるようにしてもよい。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る内燃機関の始動制御装置は、電動機が逆回転させられているときに吸気行程にある気筒の吸気弁及び排気弁を閉弁させるとともに、該気筒において燃料を燃焼させる第 2 の燃焼制御手段を更に備えるようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

電動機が逆回転しているときに吸気行程にある気筒において吸気弁及び排気弁が閉弁すると、吸気行程中の気筒であっても筒内のガスが圧縮されるようになるため、吸気行程中の気筒において機関出力軸の逆回転に抗するガス圧縮力が発生するとともに燃料が燃焼可能な雰囲気となる。

【 0 0 1 8 】

そこで、電動機が逆回転から正回転へ移行するときに吸気行程中の気筒で燃料が燃焼されるようにすれば、その気筒で発生するガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用するようになる。

【 0 0 1 9 】

この結果、機関出力軸が逆回転から正回転へ移行する際には、膨張行程の気筒で発生したガス圧縮力と燃焼圧力とに加え、吸気行程の気筒で発生したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用することとなり、電動機が機関出力軸を正回転させる際に必要となるトルクが一層低減される。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る内燃機関の始動制御装置の具体的な実施の形態について図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 1 】

<実施の形態 1>

まず、本発明に係る内燃機関の始動制御装置の第 1 の実施の形態について図 1

～図 4 に基づいて説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 は、本発明を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示す内燃機関 1 は、4 つの気筒 2 が直列に配置された 4 ストローク・サイクルのガソリン機関である。

【 0 0 2 4 】

内燃機関 1 の各気筒 2 には、吸気弁 3 及び排気弁 4 に加え、点火栓 5 と燃料噴射弁 6 とが設けられている。内燃機関 1 には、吸気通路 7 と排気通路 8 が接続されている。更に、内燃機関 1 には、機関出力軸（クランクシャフト）10 が所定角度（例えば、 10° ）回転する度にパルス信号を出力するクランクポジションセンサ 9 が取り付けられている。

【 0 0 2 5 】

内燃機関 1 のクランクシャフト 10 にはクランクプーリ 11 が取り付けられている。このクランクプーリ 11 は、モータジェネレータ 100 のモータシャフト 101 に取り付けられたモータプーリ 102 とベルト 200 を介して連結され、クランクシャフト 10 とモータシャフト 101 との間で動力を伝達することが可能となっている。

【 0 0 2 6 】

モータジェネレータ 100 は、クランクシャフト 10 の回転方向と同方向（正転方向）へ回転可能であるとともに、クランクシャフト 10 の回転方向と逆方向（逆転方向）へも回転可能となるよう構成されている。

【 0 0 2 7 】

このように構成された内燃機関 1 には、内燃機関 1 及びモータジェネレータ 100 を制御するための電子制御ユニット（ECU: Electronic Control Unit）12 が併設されている。ECU 12 は、CPU、ROM、RAM、バックアップ RAM 等から構成される算術論理演算回路である。

【 0 0 2 8 】

ECU 12 には、前述したクランクポジションセンサ 9 に加え、スタータスイ

ッチ 1 3、車速センサ 1 4、及びブレーキスイッチ 1 5 が電氣的に接続され、それらの出力信号が ECU 1 2 へ入力されるようになっている。

【 0 0 2 9 】

更に、ECU 1 2 には前述した点火栓 5、燃料噴射弁 6、及びモータジェネレータ 1 0 0 が電氣的に接続され、ECU 1 2 が点火栓 5、燃料噴射弁 6、及びモータジェネレータ 1 0 0 を制御することが可能となっている。

【 0 0 3 0 】

例えば、ECU 1 2 は、内燃機関 1 が運転状態にあり且つ車両の電気負荷が所定値より高いとき、内燃機関 1 が運転状態にあり且つ図示しないバッテリーの蓄電量が所定量以下となったとき、或いは、内燃機関 1 が減速運転状態にあるとき等に、モータジェネレータ 1 0 0 をジェネレータとして作動させる。

【 0 0 3 1 】

この場合、クランクシャフト 1 0 の回転トルクがクランクプーリ 1 1、ベルト 2 0 0、及びモータプーリ 1 0 2 を介してモータシャフト 1 0 1 へ伝達され、モータシャフト 1 0 1 が回転運動する。モータジェネレータ 1 0 0 は、モータシャフト 1 0 1 の運動エネルギーを電気エネルギーに変換することにより発電を行う。

【 0 0 3 2 】

また、ECU 1 2 は、内燃機関 1 の始動時に、モータジェネレータ 1 0 0 をモータとして作動させる。

【 0 0 3 3 】

この場合、モータジェネレータ 1 0 0 がモータシャフト 1 0 1 を回転駆動することにより、モータシャフト 1 0 1 の回転トルクがモータプーリ 1 0 2、ベルト 2 0 0、及びクランクプーリ 1 1 を介してクランクシャフト 1 0 へ伝達され、以てクランクシャフト 1 0 が回転する、所謂クランキングが行われるようになる。

【 0 0 3 4 】

次に、内燃機関 1 が運転状態にあるときにブレーキスイッチ 1 5 の出力信号がオンとなり且つ車速センサ 1 4 の出力信号が“0”になると、言い換えれば、内燃機関 1 が運転状態にあるときに車両が停止状態になると、ECU 1 2 は、点火栓 5 及び燃料噴射弁 6 の作動を一時的に停止させることにより、内燃機関 1 の運

転を一時的に停止させる。

【 0 0 3 5 】

その後、ブレーキスイッチ 1 5 の出力信号がオンからオフへ切り換わると、E C U 1 2 は、モータジェネレータ 1 0 0 をモータとして作動させるとともに点火栓 5 及び燃料噴射弁 6 を作動させることにより、内燃機関 1 を始動させ、以て内燃機関 1 の運転を再開させる。

【 0 0 3 6 】

ところで、上記したように内燃機関 1 の始動と停止が自動的に切り換えられる場合には、ブレーキスイッチ 1 5 の出力信号がオンからオフへ切り換えられた時点で、内燃機関 1 を速やかに始動させる必要がある。

【 0 0 3 7 】

しかしながら、内燃機関 1 を始動する場合には、モータジェネレータ 1 0 0 は、内燃機関 1 のガス圧縮力やフリクション等に抗してクランクシャフト 1 0 を回転させる必要があるため、内燃機関 1 を短時間に且つ確実に始動させるにはモータジェネレータ 1 0 0 の定格及び消費電力が大きくなってしまう虞がある。

【 0 0 3 8 】

これに対し、本実施の形態に係る内燃機関の始動制御装置では、E C U 1 2 は、内燃機関 1 を始動させる際に以下に述べるような始動制御を実行するようにした。ここでは、内燃機関 1 の点火順序が 1 番気筒 2 → 3 番気筒 2 → 4 番気筒 2 → 2 番気筒 2 となり、且つ、1 番気筒 2 が圧縮上死点にあるときにクランクシャフト 1 0 の回転角度（以下、クランク角度と称する）が 0°（7 2 0°）となる場合を例に挙げて説明する。

【 0 0 3 9 】

本実施の形態における始動制御では、E C U 1 2 は、モータジェネレータ 1 0 0 を一旦逆回転させた後に正回転させるとともに、モータジェネレータ 1 0 0 の逆回転時に膨張行程となる気筒 2（以下、逆転時膨張行程気筒 2 と称する）において燃料を燃焼させるようにした。

【 0 0 4 0 】

具体的には、E C U 1 2 は、先ず、内燃機関 1 の運転が停止される時、より詳

細にはクランクシャフト 10 の回転が停止した時のクランク角度（以下、機関停止時クランク角度と称する）をバックアップ R A M に記憶させる。続いて、E C U 1 2 は、内燃機関 1 の次回の始動時にバックアップ R A M から機関停止時クランク角度を読み出し、その機関停止時クランク角度に基づいて逆転時膨張行程気筒 2 を判別する。

【 0 0 4 1 】

ここで、内燃機関 1 では、図 2 に示すように、クランク角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にあるときに 1 番気筒 2 が膨張行程となり、クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にあるときに 3 番気筒 2 が膨張行程となり、クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にあるときに 4 番気筒 2 が膨張行程となり、クランク角度が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にあるときに 2 番気筒 2 が膨張行程となる。

【 0 0 4 2 】

従って、E C U 1 2 は、機関停止時クランク角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にある場合には 1 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にある場合には 3 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にある場合には 4 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にある場合には 2 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定することができる。

【 0 0 4 3 】

次に、E C U 1 2 は、機関停止時クランク角度から逆転時膨張行程気筒 2 の膨張行程上死点（言い換えれば、圧縮行程上死点）を示すクランク角度までの範囲内でクランクシャフト 10 を逆回転させるべくモータジェネレータ 100 を制御するとともに、逆転時膨張行程気筒 2 の燃料噴射弁 6 を作動させる。

【 0 0 4 4 】

例えば、逆転時膨張行程気筒 2 が 1 番気筒 2 である場合には、E C U 1 2 は、図 3 に示すように、機関停止時クランク角度：Pca から 1 番気筒 2 の膨張行程上死点を示すクランク角度（ $= 0^{\circ}$ ）までの範囲内でクランクシャフト 10 を逆回転させるべくモータジェネレータ 100 を制御するとともに、1 番気筒 2 の燃料

噴射弁 6 を作動させる。

【 0 0 4 5 】

この場合、1 番気筒 2 の図示しないピストンは、始動時の停止位置（図中のピストン停止位置：Ps）から膨張行程上死点（図中のTDC）まで上昇することになるため、1 番気筒 2 内に残留していたガスと燃料噴射弁 6 から噴射された燃料とが混ざり合いつつ圧縮されることになる。

【 0 0 4 6 】

この結果、1 番気筒 2 内にはクランクシャフト 1 0 の逆回転に抗するガス圧縮力が発生する。更に、1 番気筒 2 内にガスと燃料との混合気が形成されるとともに、その混合気が圧縮によって昇温するため、1 番気筒 2 内が可燃性の高い雰囲気となる。

【 0 0 4 7 】

更に、ECU 1 2 は、クランクシャフト 1 0 が膨張行程上死点の直前まで逆回転したとき、例えば、クランク角度が上死点前 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ （クランクシャフト 1 0 が正回転しているときの死点後 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ に相当するクランク角度）となったときに、クランクシャフト 1 0 を正回転させるべくモータジェネレータ 1 0 0 を制御するとともに、逆転時膨張行程気筒 2 の点火栓 5 を作動させる。

【 0 0 4 8 】

この場合、クランクシャフト 1 0 が逆回転から正回転へ移行するとともに、逆転時膨張行程気筒 2 において混合気が燃焼することになる。

【 0 0 4 9 】

この結果、逆転時膨張行程気筒 2 内では、前述したガス圧縮力に加えて混合気の燃焼圧力が発生することとなり、それらガス圧縮力と燃焼圧力がクランクシャフト 1 0 を正回転させるべく作用することとなる。

【 0 0 5 0 】

依って、モータジェネレータ 1 0 0 がクランクシャフト 1 0 を正回転させる際には、上記したガス圧縮力と燃焼圧力が機関出力軸を正回転させるよう作用するため、モータジェネレータ 1 0 0 が内燃機関 1 のクランキングを行う上で必要となるトルクが低減される。

【 0 0 5 1 】

以下、本実施の形態における始動制御について図 4 に沿って説明する。

【 0 0 5 2 】

図 4 は、始動制御ルーチンを示すフローチャート図である。前記始動制御ルーチンは予め ECU 1 2 の ROM に記憶されているルーチンであり、内燃機関 1 の始動時に ECU 1 2 が実行するルーチンである。

【 0 0 5 3 】

始動制御ルーチンでは、ECU 1 2 は、先ず S 4 0 1 において、内燃機関 1 の始動要求が発生したか否かを判別する。前記した始動要求としては、例えば、スタータスイッチ 1 3 のオフからオンへの切り換え、或いは、ブレーキスイッチ 1 5 のオンからオフへの切り換え等を例示することができる。

【 0 0 5 4 】

前記 S 4 0 1 において内燃機関 1 の始動要求が発生していないと判定された場合は、ECU 1 2 は、本ルーチンの実行を終了する。

【 0 0 5 5 】

一方、前記 S 4 0 1 において内燃機関 1 の始動要求が発生していると判定された場合は、ECU 1 2 は、S 4 0 2 へ進む。

【 0 0 5 6 】

S 4 0 2 では、ECU 1 2 は、バックアップ RAM から機関停止時クランク角度 : Pca を読み出す。

【 0 0 5 7 】

S 4 0 3 では、ECU 1 2 は、前記 S 4 0 2 において読み出された機関停止時クランク角度 : Pca に基づいて逆転時膨張行程気筒 2 を判別する。具体的には、ECU 1 2 は、前記機関停止時クランク角度 : Pca が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にあれば 1 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にあれば 3 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にあれば 4 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度 : Pca が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にあれば 2 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒

2であると判定する。

【 0 0 5 8 】

S 4 0 4では、ECU 1 2は、モータジェネレータ 1 0 0を逆回転させることによりクランクシャフト 1 0を逆回転させる。

【 0 0 5 9 】

S 4 0 5では、ECU 1 2は、逆転時膨張行程気筒 2の燃料噴射弁 6を作動させる。

【 0 0 6 0 】

S 4 0 6では、ECU 1 2は、前記 S 4 0 2で読み込まれた機関停止時クランク角度：Pcaとクランクポジションセンサ 9の出力信号とに基づいて現時点におけるクランク角度を演算する。例えば、クランクシャフト 1 0が所定角度回転する度にパルス信号を出力するようにクランクポジションセンサ 9が構成されている場合には、ECU 1 2は、モータジェネレータ 1 0 0の逆回転開始時から現時点までにクランクポジションセンサ 9がパルス信号を出力した回数と前記所定角度とを乗算し、その乗算結果（＝所定角度×回数）を機関停止時クランク角度：Pcaから減算することによって現時点におけるクランク角度を求めることができる。

【 0 0 6 1 】

S 4 0 7では、ECU 1 2は、前記 S 4 0 6において算出されたクランク角度が所定角度に達しているか否かを判別する。ここで、前記した所定角度は、逆転時膨張行程気筒 2の膨張行程上死点直前を示すクランク角度であり、例えば、逆転時膨張行程気筒 2の膨張行程上死点前 1 0° ～ 2 0°（クランクシャフト 1 0が正回転しているときの膨張行程上死点後 1 0° ～ 2 0°に相当する角度）に設定される。

【 0 0 6 2 】

前記 S 4 0 7において現時点のクランク角度が所定角度に達していないと判定された場合は、ECU 1 2は、前記した S 4 0 6～S 4 0 7の処理を再度実行することになる。

【 0 0 6 3 】

一方、前記 S 4 0 7 において現時点のクランク角度が所定角度に達していると判定された場合は、E C U 1 2 は、S 4 0 8 へ進み、逆転時膨張行程気筒 2 の点火栓 5 を作動させる。

【 0 0 6 4 】

続いて、E C U 1 2 は、S 4 0 9 においてモータジェネレータ 1 0 0 の回転方向を逆回転方向から正回転方向へ切り換えることにより、クランクシャフト 1 0 の回転を逆回転から正回転へ移行させる。

【 0 0 6 5 】

S 4 1 0 では、E C U 1 2 は、通常の始動処理を開始する。すなわち、E C U 1 3 は、通常の始動時と同様に点火栓 5 及び燃料噴射弁 6 を作動させる。

【 0 0 6 6 】

このように E C U 1 2 が始動制御ルーチンを実行することにより、内燃機関 1 の始動時には、クランクシャフト 1 0 が逆回転させられた後に正回転させられるとともに逆転時膨張行程気筒 2 において燃料が燃焼することになるため、逆転時膨張行程気筒 2 内のガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト 1 0 を正回転させるよう作用することとなる。

【 0 0 6 7 】

この結果、モータジェネレータ 1 0 0 がクランクシャフト 1 0 を正回転させる際に必要となるトルクが低減され、モータジェネレータ 1 0 0 の定格を大きくすることなく内燃機関 1 を短時間で確実に始動させることが可能となる。

【 0 0 6 8 】

< 実施の形態 2 >

次に、本発明に係る内燃機関の始動制御装置の第 2 の実施の形態について図 5 ～図 8 に基づいて説明する。ここでは、前述した第 1 の実施の形態と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略するものとする。

【 0 0 6 9 】

前述した第 1 の実施の形態と本実施の形態との相違点は、前述した第 1 の実施の形態ではクランクシャフト 1 0 の逆回転時に膨張行程となる気筒 2 において燃料を燃焼させるのに対し、本実施の形態ではクランクシャフト 1 0 の逆回転時に

膨張行程となる気筒 2 に加え、吸気行程となる気筒 2 についても燃料を燃焼させる点にある。

【 0 0 7 0 】

本実施の形態に係る内燃機関 1 は、図 5 に示すように、吸気弁 3 及び排気弁 4 の開閉時期を変更する可変動弁機構 1 6 を備えている。この可変動弁機構 1 6 は、ECU 1 2 と電氣的に接続され、ECU 1 2 からの信号に従って吸気弁 3 及び排気弁 4 の開閉時期を変更する。

【 0 0 7 1 】

本実施の形態における始動制御では、ECU 1 2 は、内燃機関 1 の始動時に、機関停止時クランク角度：Pcaに基づいて、モータジェネレータ 1 0 0 が逆回転するときに膨張行程となる気筒 2（逆転時膨張行程気筒 2）と吸気行程となる気筒 2（以下、逆転時吸気行程気筒 2 と称する）とを判別する。

【 0 0 7 2 】

ここで、図 6 に示すように、クランク角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にあるときは 1 番気筒 2 が膨張行程になると同時に 4 番気筒 2 が吸気行程となり、クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にあるときは 3 番気筒 2 が膨張行程になると同時に 2 番気筒 2 が吸気行程となり、クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にあるときは 4 番気筒 2 が膨張行程になると同時に 1 番気筒 2 が吸気行程となり、クランク角度が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にあるときには 2 番気筒 2 が膨張行程になると同時に 3 番気筒 2 が吸気行程となる。

【 0 0 7 3 】

従って、ECU 1 2 は、機関停止時クランク角度が $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲内にある場合には 1 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であり且つ 4 番気筒 2 が逆転時吸気行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲内にある場合には 3 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であり且つ 2 番気筒 2 が逆転時吸気行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $360^{\circ} \sim 540^{\circ}$ の範囲内にある場合には 4 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒 2 であり且つ 1 番気筒 2 が逆転時吸気行程気筒 2 であると判定し、機関停止時クランク角度が $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ の範囲内にある場合には 2 番気筒 2 が逆転時膨張行程気筒

2であり且つ3番気筒2が逆転時吸気行程気筒2であると判定することができる。

【0074】

次に、ECU12は、機関停止時クランク角度から逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点を示すクランク角度までの範囲内、又は、機関停止時クランク角度から逆転時吸気行程気筒2の吸気行程上死点を示すクランク角度までの範囲内で、クランクシャフト10を逆回転させるべくモータジェネレータ100を制御する。

【0075】

尚、本実施の形態における内燃機関1では、逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点と逆転時吸気行程気筒2の吸気行程上死点とが同一のクランク角度となるため、以下では、逆転時膨張行程気筒2の膨張行程上死点と逆転時吸気行程気筒2の吸気行程上死点とを逆転時共通上死点と称するものとする。

【0076】

例えば、逆転時膨張行程気筒2が1番気筒2であり且つ逆転時吸気行程気筒2が4番気筒2である場合には、ECU12は、図7に示すように、機関停止時クランク角度：Pcaから逆転時共通上死点を示すクランク角度（＝0°）までの範囲内でクランクシャフト10を逆回転させるべくモータジェネレータ100を制御する。

【0077】

この場合、1番気筒2の図示しないピストンが始動時の停止位置（図中のピストン停止位置：Ps1）から膨張行程上死点（図中のTDC）まで上昇するとともに、4番気筒2の図示しないピストンが始動時の停止位置（図中のピストン停止位置：Ps2）から吸気行程上死点（図中のTDC）まで上昇することになる。

【0078】

ところで、逆転時膨張行程気筒2の気筒2では吸気弁3及び排気弁4が閉弁した状態でピストンが上昇動作するため、逆転時膨張行程気筒2内のガスが圧縮されてガス圧縮力を発生することになるが、逆転時吸気行程気筒2では少なくとも吸気弁3が開弁した状態でピストンが上昇動作するため、逆転時吸気行程気筒2

内のガスが圧縮されずに吸気通路 7 へ逆流してしまうことになる。

【 0 0 7 9 】

これに対し、ECU 1 2 は、図 8 に示すように、排気弁 4 の閉弁時期を吸気行程上死点（図中の TDC）前に進角させ、且つ、吸気弁 3 の開弁時期を最遅角させるべく可変動弁機構 1 6 を制御する。

【 0 0 8 0 】

この場合、吸気行程上死点（TDC）と吸気弁 3 の開弁時期との間の期間：t では、吸気弁 3 及び排気弁 4 が閉弁した状態となる。その結果、前記した期間：t において逆転時吸気行程気筒 2 内のガスが圧縮されてガス圧縮力を発生するようになる。

【 0 0 8 1 】

更に、ECU 1 2 は、クランクシャフト 1 0 の逆回転時に前記逆転時膨張行程気筒 2 と前記逆転時吸気行程気筒 2 の燃料噴射弁 6 を作動させる。尚、逆転時吸気行程気筒 2 については、前記した期間：t 内に燃料噴射弁 6 を作動させることが好ましい。

【 0 0 8 2 】

クランクシャフト 1 0 の逆回転時に逆転時膨張行程気筒 2 と逆転時吸気行程気筒 2 の燃料噴射弁 6 が作動させられると、逆転時吸気行程気筒 2 及び逆転時吸気行程気筒 2 においてガスと燃料とが圧縮されて可燃性の高い混合気を形成する。

【 0 0 8 3 】

ECU 1 2 は、クランクシャフト 1 0 が逆転時共通上死点の直前まで逆回転したとき、例えば、クランク角度が逆転時共通上死点前 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ （クランクシャフト 1 0 が正回転しているときの上死点後 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ に相当するクランク角度）となったときに、クランクシャフト 1 0 を正回転させるべくモータジェネレータ 1 0 0 を制御するとともに、逆転時膨張行程気筒 2 及び逆転時吸気行程気筒 2 の点火栓 5 を作動させる。

【 0 0 8 4 】

この場合、クランクシャフト 1 0 が逆回転から正回転へ移行するとともに、逆転時膨張行程気筒 2 及び逆転時吸気行程気筒 2 において混合気が燃焼することに

なる。

【 0 0 8 5 】

この結果、逆転時膨張行程気筒 2 内と逆転時吸気行程気筒 2 内とには、ガス圧縮力に加えて混合気の燃焼圧力が発生することとなり、それらガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト 1 0 を正回転させるべく作用することとなる。

【 0 0 8 6 】

依って、モータジェネレータ 1 0 0 がクランクシャフト 1 0 を正回転させる際には、上記したガス圧縮力と燃焼圧力とが機関出力軸を正回転させるよう作用するため、モータジェネレータ 1 0 0 が内燃機関 1 のクランキングを行う上で必要となるトルクが低減される。

【 0 0 8 7 】

以下、本実施の形態における始動制御について図 9 に沿って説明する。

【 0 0 8 8 】

図 9 は、始動制御ルーチンを示すフローチャート図である。前記始動制御ルーチンは予め ECU 1 2 の ROM に記憶されているルーチンであり、内燃機関 1 の始動時に ECU 1 2 が実行するルーチンである。

【 0 0 8 9 】

始動制御ルーチンでは、ECU 1 2 は、先ず S 9 0 1 において、内燃機関 1 の始動要求が発生したか否かを判別する。

【 0 0 9 0 】

前記 S 9 0 1 において内燃機関 1 の始動要求が発生していないと判定された場合は、ECU 1 2 は、本ルーチンの実行を終了する。

【 0 0 9 1 】

一方、前記 S 9 0 1 において内燃機関 1 の始動要求が発生していると判定された場合は、ECU 1 2 は、S 9 0 2 へ進む。

【 0 0 9 2 】

S 9 0 2 では、ECU 1 2 は、バックアップ RAM から機関停止時クランク角度 : Pca を読み出す。

【 0 0 9 3 】

S 9 0 3 では、E C U 1 2 は、前記 S 9 0 2 において読み出された機関停止時クランク角度：Pcaに基づいて逆転時膨張行程気筒 2 と逆転時吸気行程気筒 2 を判別する。

【 0 0 9 4 】

S 9 0 4 では、E C U 1 2 は、モータジェネレータ 1 0 0 を逆回転させることによりクランクシャフト 1 0 を逆回転させる。

【 0 0 9 5 】

S 9 0 5 では、E C U 1 2 は、排気弁 4 の閉弁時期を吸気行程上死点前に進角させ、且つ、吸気弁 3 の開弁時期を最遅角させるべく可変動弁機構 1 6 を制御する。

【 0 0 9 6 】

S 9 0 6 では、E C U 1 2 は、逆転時膨張行程気筒 2 と逆転時吸気行程気筒 2 の燃料噴射弁 6 を作動させる。

【 0 0 9 7 】

S 9 0 7 では、E C U 1 2 は、前記 S 9 0 2 で読み込まれた機関停止時クランク角度：Pcaとクランクポジションセンサ 9 の出力信号とに基づいて現時点におけるクランク角度を演算する。

【 0 0 9 8 】

S 9 0 8 では、E C U 1 2 は、前記 S 9 0 7 において算出されたクランク角度が所定角度に達しているか否かを判別する。ここで、前記した所定角度は、逆転時共通上死点の直前を示すクランク角度であり、例えば、逆転時共通上死点前 1 0 ° ～ 2 0 ° （クランクシャフト 1 0 が正回転しているときの逆転時共通上死点後 1 0 ° ～ 2 0 ° に相当する角度）に設定される。

【 0 0 9 9 】

前記 S 9 0 8 において現時点のクランク角度が所定角度に達していないと判定された場合は、E C U 1 2 は、前記した S 9 0 7 ～ S 9 0 8 の処理を再度実行することになる。

【 0 1 0 0 】

一方、前記 S 9 0 8 において現時点のクランク角度が所定角度に達していると

判定された場合は、ECU 1 2 は、S 9 0 9 へ進み、逆転時膨張行程気筒 2 と逆転時吸気行程気筒 2 の点火栓 5 を作動させる。

【0 1 0 1】

続いて、ECU 1 2 は、S 9 1 0 においてモータジェネレータ 1 0 0 の回転方向を逆回転方向から正回転方向へ切り換えることにより、クランクシャフト 1 0 の回転を逆回転から正回転へ移行させる。

【0 1 0 2】

S 9 1 1 では、ECU 1 2 は、吸気弁 3 及び排気弁 4 の開閉時期を通常の開閉時期に戻すべく可変動弁機構 1 6 を制御する。

【0 1 0 3】

S 9 1 2 では、ECU 1 2 は、通常の出動処理を開始する。

【0 1 0 4】

このように ECU 1 2 が出動制御ルーチンを実行することにより、内燃機関 1 の出動時には、クランクシャフト 1 0 が一旦逆回転させられた後に正回転させられるとともに逆転時膨張行程気筒 2 及び逆転時吸気行程気筒 2 において燃料が燃焼することになるため、逆転時膨張行程気筒 2 内及び逆転時吸気行程気筒 2 内のガス圧縮力と燃焼圧力とがクランクシャフト 1 0 を正回転させるよう作用することとなる。

【0 1 0 5】

この結果、モータジェネレータ 1 0 0 がクランクシャフト 1 0 を正回転させる際に必要となるトルクが低減され、モータジェネレータ 1 0 0 の定格を大きくすることなく内燃機関 1 を短時間で確実に出動させることが可能となる。

【0 1 0 6】

尚、本実施の形態では、吸気弁 3 及び排気弁 4 の開閉時期を変更可能とする可変動弁機構 1 6 によって吸気行程の一部の期間で吸気弁 3 及び排気弁 4 を閉弁させる例について述べたが、吸気弁 3 及び排気弁 4 の開弁動作を休止可能な動弁機構を備えた内燃機関 1 では吸気行程の全ての期間で吸気弁 3 及び排気弁 4 を閉弁させるようにしてもよい。

【0 1 0 7】

【発明の効果】

本発明は、内燃機関の始動時に機関出力軸を一旦逆回転させた後に正回転によるクランキングを開始する内燃機関の始動制御装置において、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒で燃料を燃焼させることにより、ガス圧縮力と燃焼圧力とを利用してクランキングを行うことができるため、電動機がクランキングを行う際に必要となるトルクが低減され、以て電動機の定格及び消費電力を増大させることなく内燃機関を始動させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態における内燃機関の概略構成を示す図

【図 2】 クランク角度と各気筒の行程との関係を示す図（1）

【図 3】 1 番気筒が逆転時膨張行程気筒であるときのクランク角度と行程との関係を示す図

【図 4】 第 1 の実施の形態における始動制御ルーチンを示すフローチャート図

【図 5】 第 2 の実施の形態における内燃機関の概略構成を示す図

【図 6】 クランク角度と各気筒の行程との関係を示す図（2）

【図 7】 1 番気筒が逆転時膨張行程気筒であり且つ 4 番気筒が逆転時吸気行程気筒であるときのクランク角度と行程との関係を示す図

【図 8】 クランクシャフトを逆回転させるときの吸気弁及び排気弁の開閉タイミングを示す図

【図 9】 第 1 の実施の形態における始動制御ルーチンを示すフローチャート図

【符号の説明】

1 内燃機関

2 気筒

3 吸気弁

4 排気弁

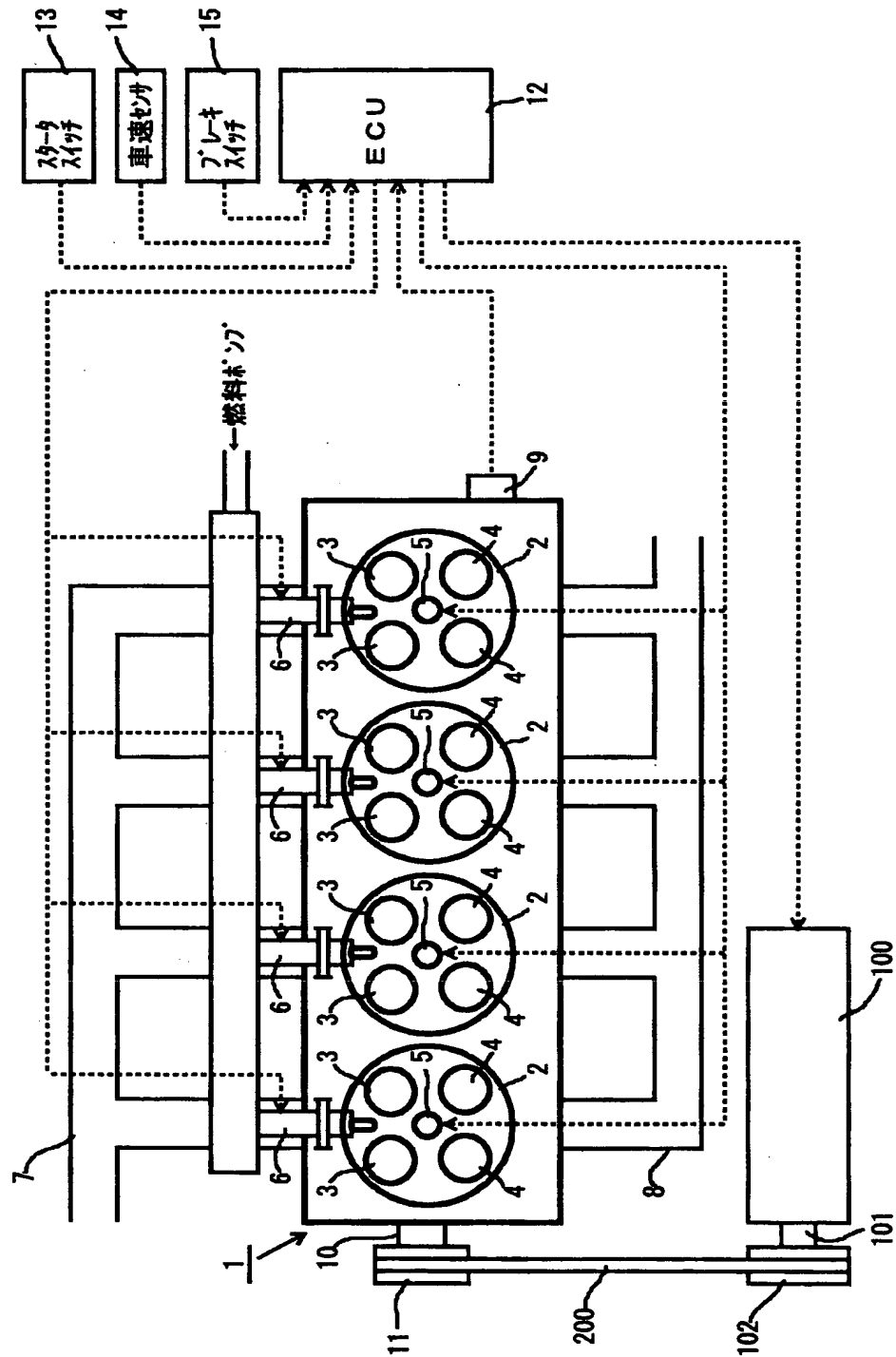
1 2 E C U

1 0 0 モータジェネレータ

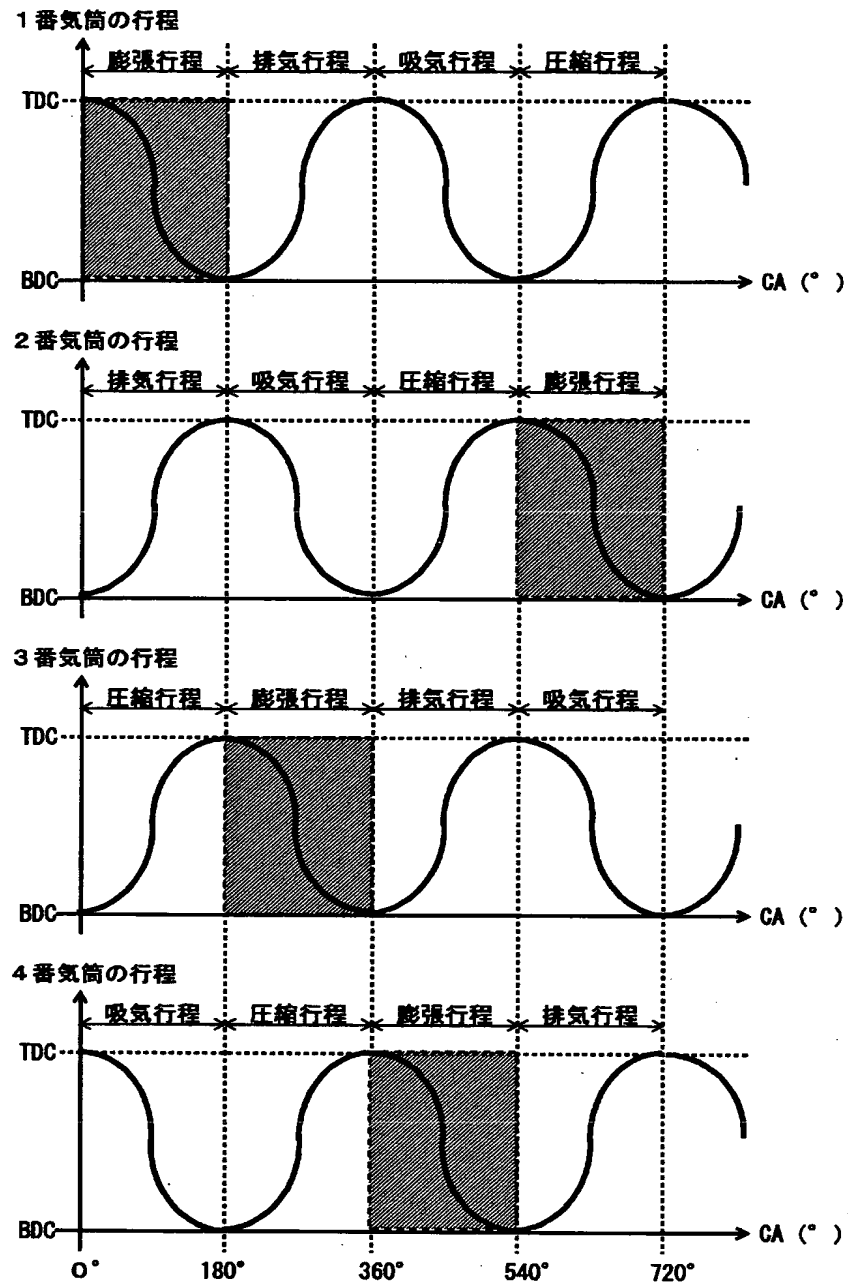
【書類名】

図面

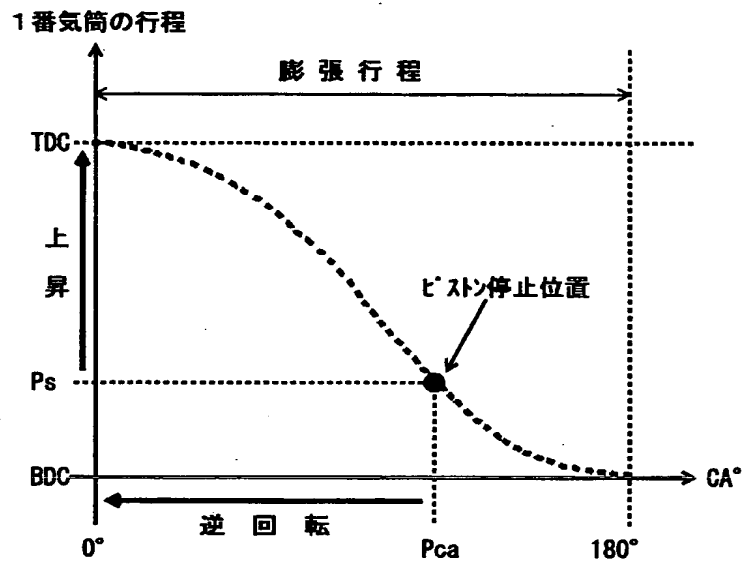
【図 1】



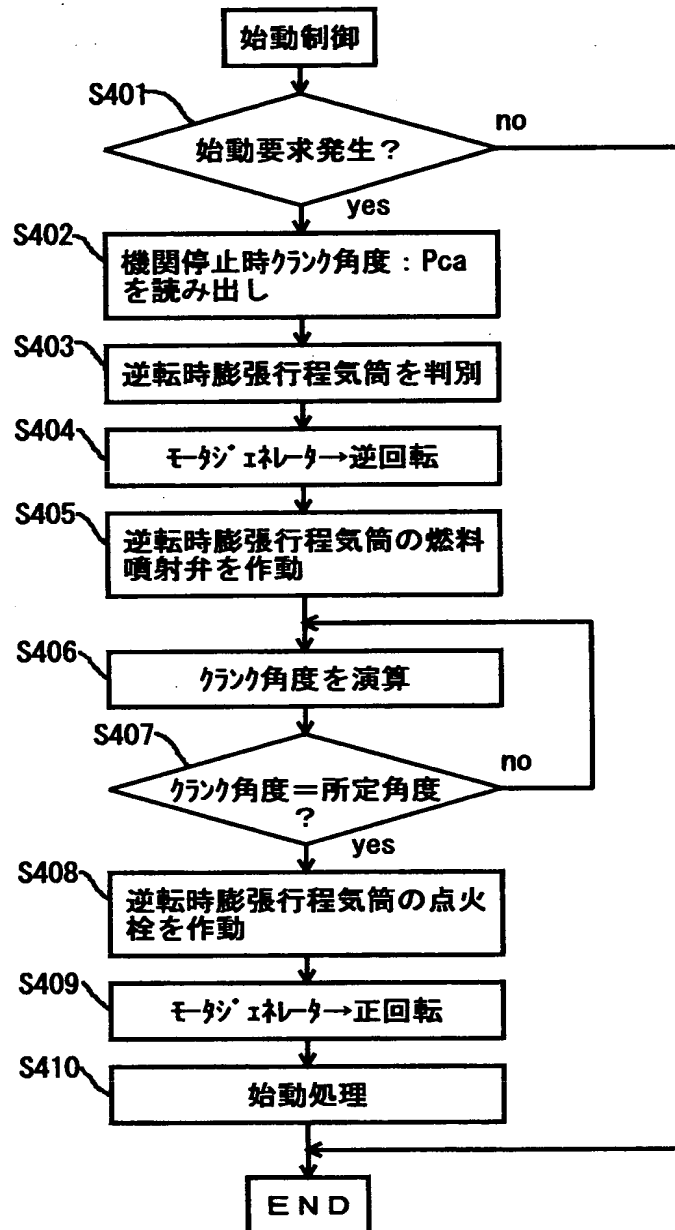
【図 2】



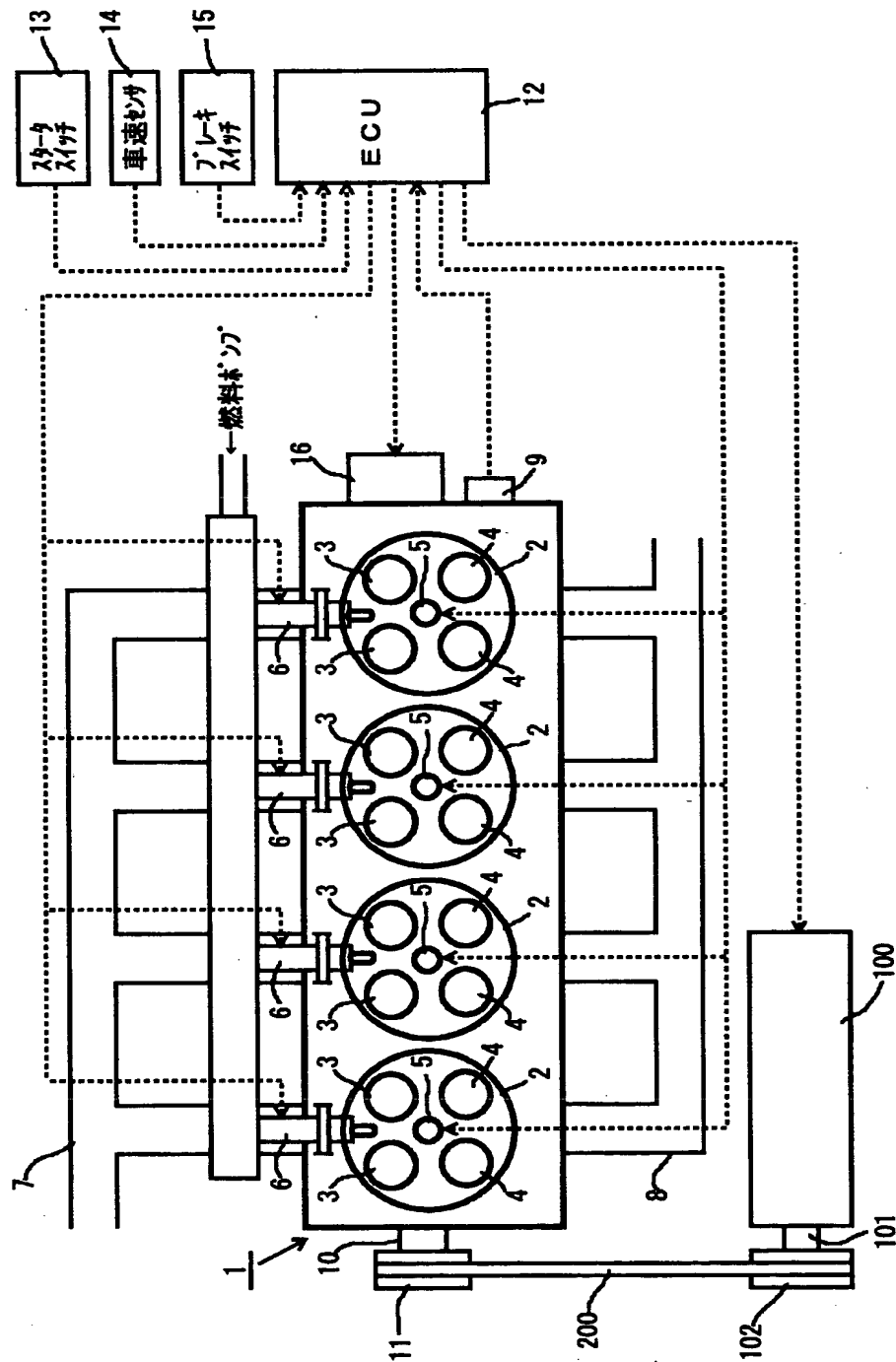
【図 3】



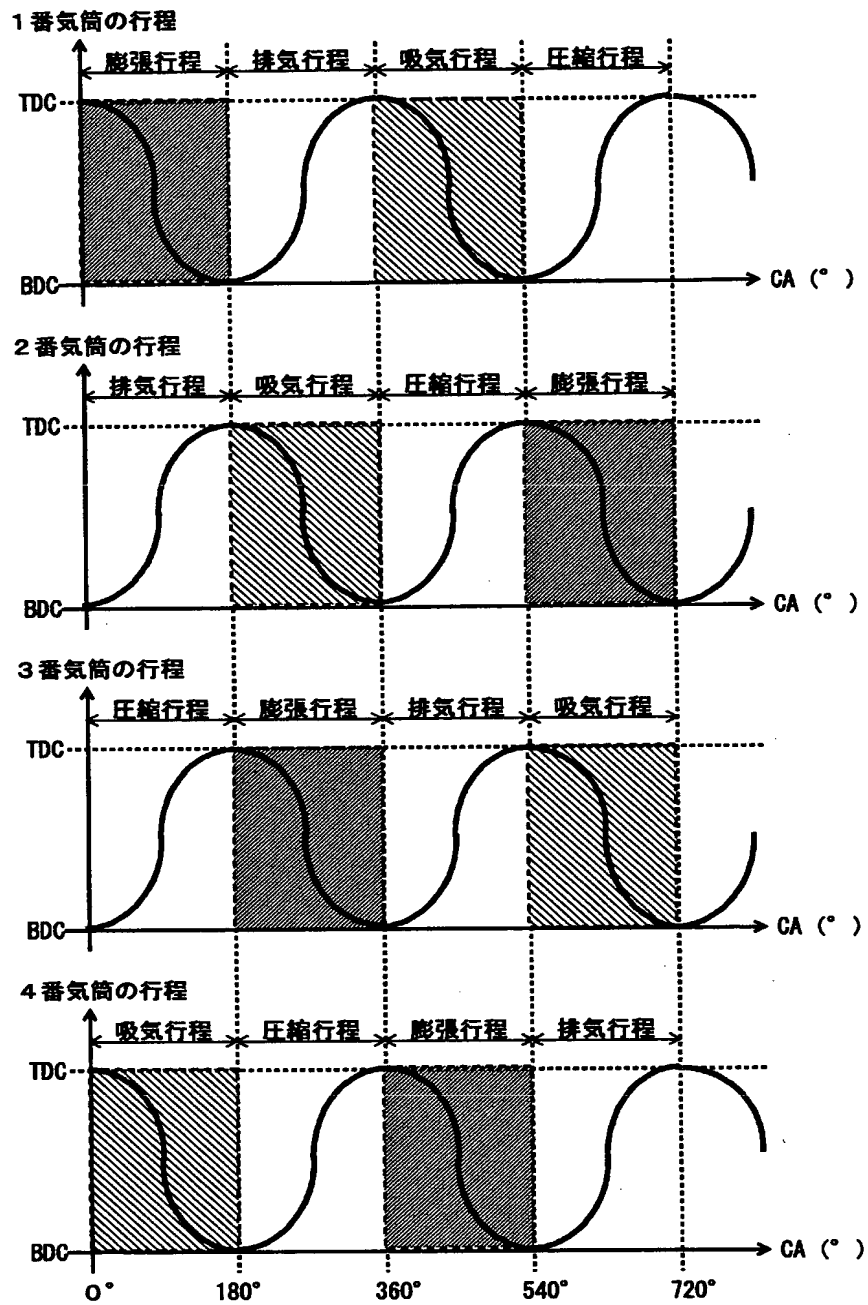
【図 4】



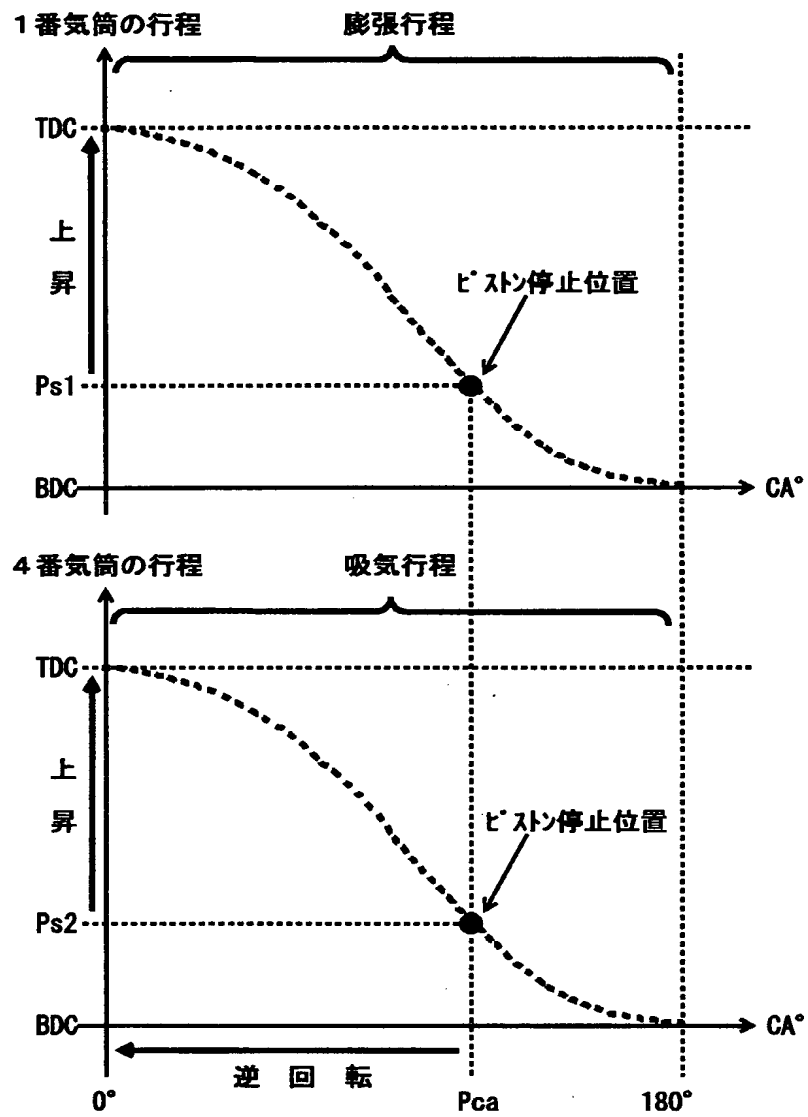
【図5】



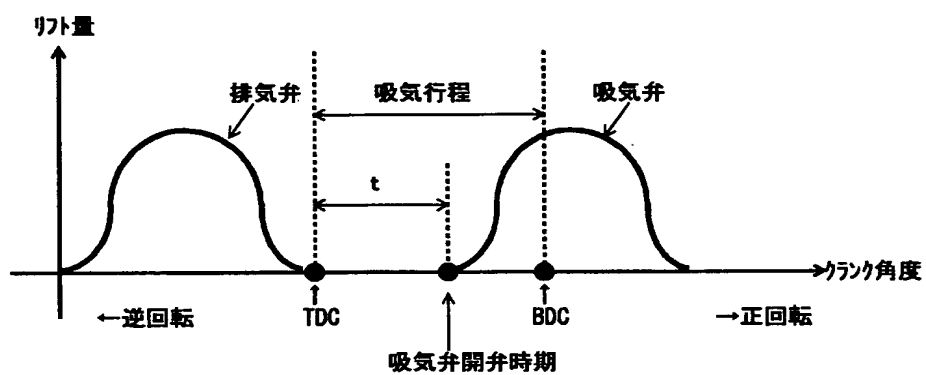
【図6】



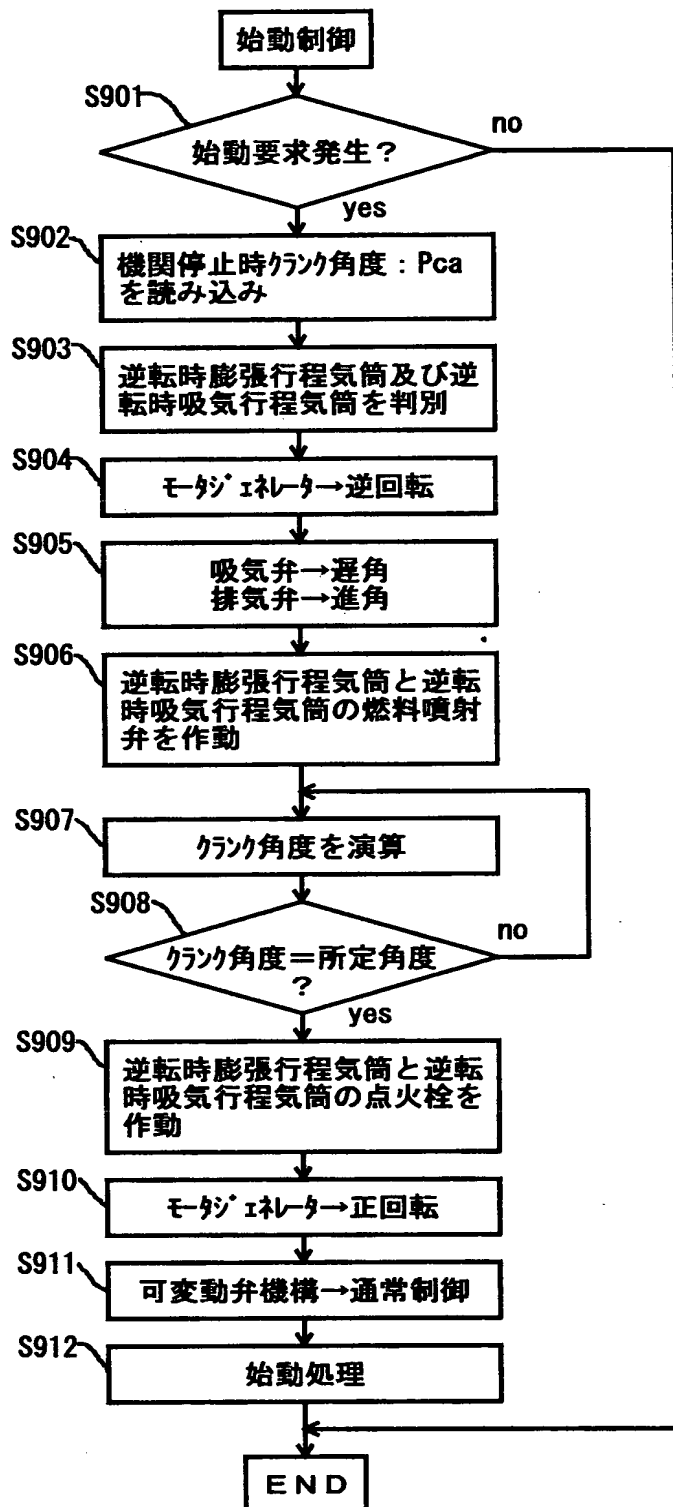
【図7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、内燃機関の始動時における電動機の負荷を効果的に低減することができる技術を提供することを課題とする。

【解決手段】 本発明は、内燃機関の始動時に機関出力軸を所定角度逆回転させた後に正回転によるクランキングを開始する内燃機関の始動制御装置において、機関出力軸が逆回転するときに膨張行程となる気筒で燃料を燃焼させ、その際に発生する燃焼圧力をクランキングに利用することにより、電動機に係る負荷を低減することを特徴としている。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社